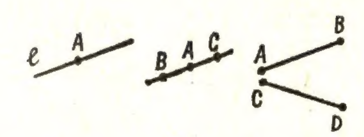
подобно шахматному слону, «фигуры не имеет». Определить можно только всю «игру геометрию» в целом — набором ее аксиом, где излагается вся нужная для игры информация про «фигуры», с которыми мы имеем дело в геометрии, про связывающие их отношения, а также про свойства этих «фигур» и отношений. При этом если шахматная игра знает шесть видов фигур (король, ферзь, слон, конь, ладья, пешка), то, скажем, геометрия на плоскости (планиметрия) обычно оперирует всего двумя типами фигур, называемых точкой и прямой.

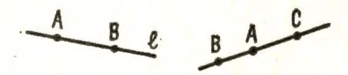
Основные отношения между элементами геометрии можно выбирать по-разному. Так, знаменитый немецкий математик Давид Гильберт, довольно точно следуя схеме Евклида, положил в основу своего описания геометрии понятия «принадлежать», «между», «конгруэнтно» (см. рисунок). Среди аксиом геометрии есть, к примеру, такие: «для любых двух (различных) точек существует единственная прямая, которой они принадлежат» или «если три точки принадлежат одной прямой, то ровно одна из них лежит между двумя другими».

Подобно тому, как в шахматной игре, согласно четким правилам, из начальной позиции возникают все последующие, «игра геометрия» состоит в выводе из аксиом все новых и новых геометрических теорем. При этом, если говорить строго, «правила игры», то есть правила логического вывода, тоже входят в содержание геометрии и даже могут варьироваться, хотя обычно здесь придерживаются «естественных» логических законов, сформулированных еще Аристотелем и записанных на строгом символическом языке Джорджем Булем и другими логиками XIX века.

Какую же ценность имеет геометрия, понимаемая как логическая игра? Ясно, что ее значение связано с возможностью использовать ее для изучения свойств реальных объектов. Недаром само слово «геометрия» в переводе с древнегреческого означает «землемерие», что проливает свет на происхождение этой науки. Взглянув на помещенные здесь рисунки, иллюстрирующие аксиомы планиметрии, мы видим, что под словами «точка» и «прямая» понимаются вполне привычные для нас вещи: точка — маленькое пятнышко, прямая — след карандаша, скользнувшего по краю линейки. Но обратим внимание: при этом мы неизбежно вводим в рассмотрение вряд ли существенные для геометрических рассуждений конкретные свойства изображающих точки и прямые реальных объектов (скажем, цвет нанесенных на бумагу пятнышек и линий). «Чистая» геометрия ни в каких чертежах не нуждается — именно это недоверие к чертежам выражает школьный учитель, утверждая, что «чертеж ничего не доказывает» (хотя он и облегчает доказательство). Карандашные точки и прямые задают лишь одну из возможных интерпретаций (или моделей) аксиом планиметрии. Сама же по себе система этих аксиом никакой конкретной интерпретацией не обусловлена.



Рисунки вверху иллюстрируют основные понятия планиметрии: «принадлежать» (точка принадлежит прямой), «между» (точка лежит между двумя другими), «конгруэнтно» (один отрезок конгруэнтен другому, то есть совпадает с ним при наложении). Рисунки внизу поясняют аксиомы «для любых двух различных точек существует единственная прямая, которой они принадлежат» и «если три точки принадлежат одной прямой, то ровно одна из них лежит между двумя другими». Как принято в планиметрии, точки отмечаются прописными буквами латинского алфавита, а прямые — строчными.



И в этом ее огромная ценность. Если взять любой другой набор конкретных предметов и отношений между ними, удовлетворяющих тем же аксиомам, то мы можем быть уверены в справедливости для новой модели всех теорем, вытекающих из аксиом. Это обстоятельство открывает путь для приложения геометрии к анализу весьма разнообразных ситуаций. Так, наряду с обычным пониманием точек и прямых, проиллюстрированным рисунками, мы можем понимать под точками, скажем, «события», характеризуемые указанием места в пространстве и времени, а под прямыми — равномерные и прямолинейные движения, в процессе которых место меняется с течением времени. При этом здесь также двум несовпадающим точкам (двум неодновременным событиям) отвечает единственная соединяющая их прямая (равномерное и прямолинейное движение, приводящее от одного события к другому).

Новые понятия геометрии строятся из известных ранее (например, из самых основных) по уже разобранной нами схеме Аристотеля: через ближайший род и видовое отличие. Каждое такое построение равносильно некоторому утверждению, вводимому в рассуждения. Так, например, параллелограмм определяется как четырехугольник, противоположные стороны которого параллельны. Стало быть, построив некий параллелограмм ABCD, мы получаем для дальнейших рассуждений утверждения «AB параллельно CD» и «BC параллельно AD». Тем самым расширяется, так сказать, сырьевая база для выработки дальнейших теорем. Что же касается мощности этого «производства», то о нем позволяет судить общеизвестный факт: определив в начале курса планиметрии совсем немного объектов в дополнение к фигурирующим в аксиомах точке и прямой (угол, треугольник, параллелограмм, окружность и т. д.), мы получаем предпосылки для создания огромной науки, от которой лишь малая толика изучается на протяжении нескольких лет школьного обучения.

КНИГА БУДУЩЕГО

ФРАГМЕНТЫ ИЗ «КНИГИ О КНИГЕ»*

Сергей ЛЬВОВ.

Книга далекой древности — «кодекс», то есть стопа одинаковых по размеру листов, соединенных переплетом, в основном сохранила свой вид до нашего времени. Менялся материал, на котором написан текст. Пергамент был вытеснен бумагой. Менялись ее сорта. Рукописный текст превратился в печатный. Совершенствовались и совершенствуются способы печати. Твердые переплеты сохранились, но доски, которые служили их основой, исчезли. Они напоминают о себе только выражением: «Прочитать книгу от доски до доски» — от самого начала до самого конца. Появились мягкие переплеты и бумажные обложки. Ну, а по размерам книги всегда были разными. Самые большие назывались «фолиантами», или книгами «ин фолио». «Фолиант» первоначально означал книгу со страницей в половину целого листа бумаги. За книгами «ин фолио» шли книги «ин кварто», то есть в четверть листа, «ин октаво» — в восьмую. Сейчас эти обозначения применяются только по отношению к старинным книгам. А слово «фолиант» стало вообще обозначать толстый, увесистый том. Формат современных книг указывается в долях печатного листа: например $70\times108^{1}/_{32}$. Это значит, что формат книги — $^{1}/_{32}$ листа размером 70×108 см.

Когда от переписывания книг перешли к их печатанию, конструкция книги — страницы, переплет, крепление — сохранилась.

У традиционной конструкции книги немало достоинств. Недаром она пережила века. Эта конструкция позволяет дать читателю текст любого объема — от краткого в тонкой брошюре до очень длинного в толстом томе или многотомном издании. Она позволяет соединять текст с иллюстрациями.

Книги, за исключением самых больших, можно читать дома, в библиотеке, в дороге, сидя, лежа, даже на ходу, хотя последнее небезопасно. Чтение можно прервать в любом месте, и это место легко найти, вновь вернувшись к книге: любой листок бумаги или нитка — удобная закладка. (Именно бумага, ленточка или нитка. Употреблять в качестве закладки карандаш, ручки и другие предметы — варварство. Это разрушает корешок.)

Однако у книг, к которым мы привыкли, немало недостатков. Прежде всего они занимают много места. Это чувствует и тот, кто собирает домашнюю библиотеку, это чувствуют те, кто собирает большие государственные библиотеки.

Если вообразить себе библиотеку, которая получает комплект всех книг и журналов, вышедших в мире за один год, ей нужно будет для них 30 километров полок!

В государственных библиотеках книгохранилища быстро заполняются, приходится надстраивать этажи или строить новые здания. Даже в огромном книгохранилище Государственной библиотеки имени Ленина давно уже так тесно, что в другом конце города построили отдельное здание для газет и журналов. Многие старые читатели библиотеки, особенно те, кому приходится одновременно работать и с периодикой и с книгами, огорчены этим новшеством и до сих пор не могут к нему привыкнуть. А что поделаешь?

Тому, кто собирает библиотеку для себя, скоро начинает не хватать места в книжном шкафу или на книжной полке, потом — в комнате, а потом — в квартире. Недаром писателю и книголюбу Виктору Борисовичу Шкловскому принадлежит шутка: «Собирайте книги, и, если от книг становится тесно и некуда поставить кровать, то лучше заменить кровать раскладушкой». Только шутка? В ней много серьезного!

Помните рассказ К. Чапека «Куда деваются книги?» о том, как он наводил порядок в собственной библиотеке? Читаем его вслух себе в утешение: «Раза три в год меня охватывает неистовое желание привести свою библиотеку в порядок. Это де-

* Окончание. См. «Наука и жизнь» №№ 2, 4, 5, 9, 12, 1979 г.; 5 и 9, 1980 г.

КРОССВОРД С ФРАГМЕНТАМИ

(№ 7, 1982 г.)

По горизонтали. 7. Тарханов (советский актер, на снимке в роли Собакевича из спектакля МХАТ «Мертвые души»). 8. Спиннинг (спортивная снасть для ловли хищных рыб). 9. Тапир (млекопитающее отряда непарнокопытных). 11. Осьмина (старая русская мера объема сыпучих тел). 12. Тортила (персонаж сказки А. Толстого «Золотой ключик»). 13. Лонжа (трос, который крепится к поясу циркового артиста при выполнении опасных трюков). 14. Томпак (медно-цинковый сплав указанного состава). 17. Лагуна (участок моря внутри атолла). 19. Анизотропия (неодинаковость свойств вещества по различным направлениям, проиллюстрирована прочностью меди на разрыв). 22. Рокада (железная дорога, параллельная линии фронта). 24. «Стансы» (процитированное стихотворение А. Пушкина). 26. Триод (электронная лампа, имеющая три электрода). 28. Команда (указание на языке ЭВМ, определяющее ее действия при выполнении отдельной операции). 29. «Октябрь» (фильм С. Эйзенштейна, кадр из которого приведен). 30. Трапп (групповое название основных магматических горных пород, перечисленных в приведенном списке). 31. «Виосавия» (приведенная картина К. Брюллова). 32. Серенада (приведена серенада Арлекина из оперы Р. Леонкавалло «Паяцы»).

По вертикали. 1. Патиссон (овощная культура, семейства тыквенных). 2. Лассила (финский писатель, автор процитированной повести «За спичками»). 3. Портал (архитектурно оформленный вход в здание; на снимке — портал Успенского собора во Владимире). 4. Спарта (древнегреческое государство; процитировано ее описание во «Всеобщей истории», обработанной «Сатириконом»). 5. Андорра (государство в Восточных Пиренеях между территориями Франции и Испании). 6. Ангелина (организатор и бригадир первой женской тракторной бригады в СССР). 10. Пентатоника (звуковая система, содержащая пять ступеней в пределах октавы). 15. Праща (древнее оружие, ремень для метания камней). 16. Кница (в судостроении — стальная треугольная пластина для соединения деталей, примыкающих под углом друг к другу). 17. Ляпис (персонаж романа И. Ильфа и Е. Петрова «Двенадцать стульев»). 18. Гряда (вытянутая невысокая форма рельефа; на рисунке — Клинско-Дмитровская гряда). 20. Родопсин (светочувствительный белок сетчатки глаза позвоночных животных; приведена реакция его распада, вызывающего возбуждение зрительного нерва). 21. Астроида (математическая кривая, вид и формула которой приведены). 23. Денотат (предметное значение имени). 25. Тетерев (птица рода куриных). 26. Татлин (советский художник, автор «Памятника III Интернационалу», приведенному на снимке). 27. Доплер (австрийский физик, обосновавший зависимость частоты колебаний от скорости наблюдателя относительно источника волн).

КРОССВОРД-КРИПТОГРАММА

(№ 5, 1982 г.)

Сонет, ковка, автор.
Секта, навет, театр.

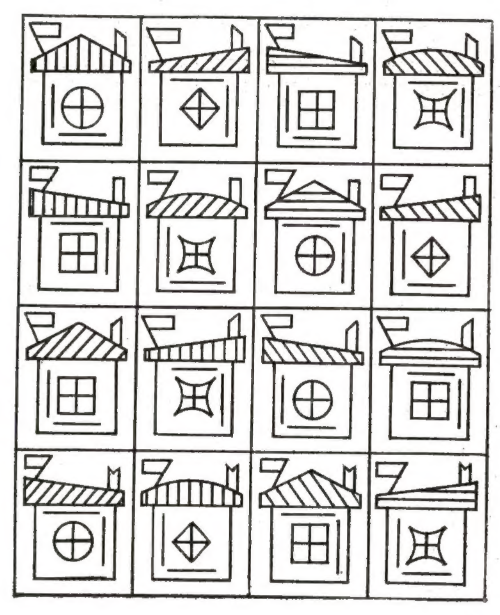
НАЙДИТЕ ЧИСЛО

(стр. 77)

Первоначально заданное число равно 263157894736842105. Любопытно, что вместо 5 в условии можно назвать любую другую цифру, кроме 0, и ответ будет состоять из тех же 18 знаков, расположенных в той же последовательности, только начинаться будет с другой цифры.

ПОИСК ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ

(№ 7, 1982 г.)





Как показали шведские охотоведы, наблюдение с воздуха за стадами оленей вредно отражается на животных. Из-за стресса, вызываемого ревом моторов над головой, у оленей развивается язва желудка.

СТРЕСС В МИРЕ ЖИВОТНЫХ

Стресс... Модное слово в наш век. Этот термин, означающий в переводе с английского «напряжение, нагрузка», предложил почти полвека назад канадский биолог Ганс Селье. Так он обозначил общие изменения, происходящие в организме под действием самых разных (не обязательно нервных) напряжений и нагрузок.

Неужели стресс, о котором мы чаще всего говорим, жалуясь на нервную жизнь современного горожанина, свойствен также и животным, этим «детям природы»?

Да, стресс ведом и нашим братьям меньшим. Так утверждают многие биологи, в частности известный западногерманский специалист по поведению животных Витус Дрешер. Это вполне естественная реакция во всем животном мире — от обезьяны до пчелы. И животные разными способами избавляются от стресса. Дрешер приводит в подтверждение свои наблюдения и литературные данные.

В африканской саванне звероловы прямо из вездехода с помощью лассо заарканили взрослого жирафа. Клетку с пленником подняли на платформу грузового автомобиля. Казалось, все было в порядке. Но, когда взревел двигатель грузовика, жираф безмолвно рухнул на пол. Диагноз: смерть от стресса.

Если пчелу-сборщицу поймать и отделить от родного улья, то, даже снабженная богатым запасом сотового меда, она проживет недолго. В заточении пчела неистово жужжит, ползает и через несколько часов гибнет. Причина смерти не переутомление, а стресс, вызванный разлукой с товарищами. При пленении в кровь пчелы выходят гормоны, направляющие деятельность всего организма на достижение единственной цели — возвращение в свой улей. Сильный стресс предохранит пчелу от гибели, а улей — от потери работницы и сладкого взятка. Но если освобождение не придет достаточно скоро, стресс, задуманный природой как освободитель, окажется убийцей.

Директор одного из западногерманских зоопарков был доволен: макаки резус, помещенные в просторный обезьянник с искусственной скалой, хорошо размножались, прирост молодняка второй год подряд оказался большим.

Однако внезапно разразилась катастрофа: девяносто обезьян, которые до этого мирно жили в едином сообществе, вдруг набросились друг на друга, издавая адский визг и стремясь укусить соседа. Свалку пришлось разгонять с помощью пожарных шлангов, но на поле битвы остались 17 трупов. И в этом случае виноват стресс. В обезьяннике возникла перенаселенность. Некуда было укрыться хоть на минуту от себе подобных, а это важно не только человеку, но и зверю. Постепенно нараставший стресс одним ударом разрушил все сдерживающие инстинкты, началось побоище.

Стресс наступает у животных, когда они находятся под действием безысходного страха за существование, когда они пленены и не имеют возможности спастись, когда вырваны из привычного окружения.

Что, собственно, происходит в организме млекопитающего при стрессовой ситуации? Органы чувств воспринимают стрессирующее воздействие и по нервам посылают сигнал тревоги в гипоталамус — глубинную часть мозга, заведующую всей энергетикой организма. Гипоталамус в ответ на сигнал вырабатывает гормон, который, в свою очередь, побуждает гипофиз вырабатывать адренокортикотропный гормон, влияющий на кору надпочечников. Тогда надпочечники выбрасывают в кровь гидрокортизон. В течение нескольких секунд эти вещества мобилизуют всю энергию организма, включая, если надо, и пос-

леднне резервы. Это может привести к «спортивным достижениям», немыслимым в спокойном состоянии.

Концепция стресса из медицины и физиологии проникла в последние годы в экологию. Специалисты по охране природы говорят об экосистемах, находящихся в состоянии стресса, например, из-за сброса промышленных сточных вод в реку или озеро. И хотя механизмы, которыми целое сообщество живых организмов отвечает на такую «нагрузку», в корне отличаются от только что описанного, сама концепция стресса оказалась плодотворной и в экологии.

Действие стресса наглядно видно на примере зайца, ожидающего в укрытии приближения охотничьих собак. Раньше полагали, что в своем укрытии заяц спит с открытыми глазами. На самом деле происходит нечто совершенно противоположное. Как гоночный автомобиль, мотор которого перед стартом с ревом работает на холостом ходу, готов сорваться с места, так и у «спящего» в укрытии зайца быстро бьющееся сердце гонит кровь через все мышцы, что позволяет в любой момент, когда заяц поймет, что преследователи его обнаружили, пуститься в бегство с максимальной скоростью. Неподвижность зверька лишь внешняя, это неподвижность туго сжатой пружины. Быстрый бег вряд ли вреден для зайца, но частая и длительная «работа мотора на полных оборотах вхолостую» несомненно вредна. Впрочем, заяц, ожидающий преследователей, предохраняет себя от такой перегрузки тем, что, пока охотники еще не показались, делает иногда пару кругов по полю.

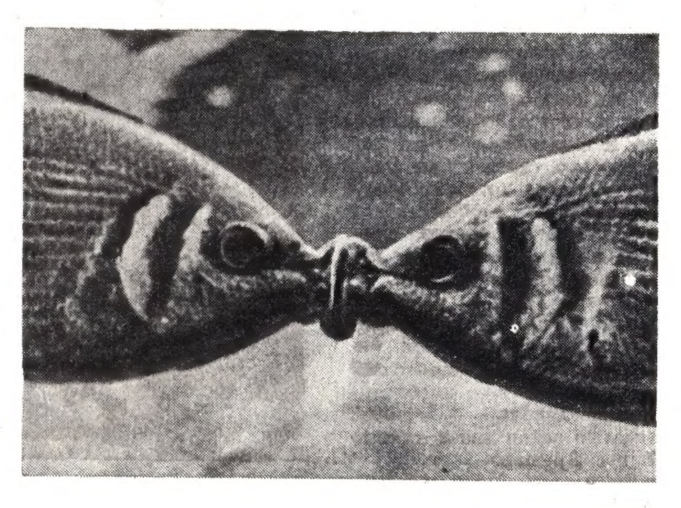
Вообще быстрый бег да и другие физические усилия— важный способ снятия стресса, часто применяемый животными. Американский биолог Дж. Вайс поместил группу крыс в тесные одиночные клетки. Время от времени крыс подвергали неприятным, но безопасным электрическим ударам. Причем половина подопытных животных не имела возможности двигаться, а другая могла «бежать» в клетке передними лапами на вращающемся колесе. Оказалось, что вредные последствия стресса — потеря веса и развитие язв желудка — у крыс, имевших возможность «убегать» от неприятного раздражителя, были выражены значительно меньше.



Австралийские биологи обнаружили, что усилия по поиску самки, ухаживанию за ней и обзаведению семьей вызывают у самцов сумчатой мыши настолько сильный стресс, что зверьки теряют иммунитет к некоторым паразитам крови и через несколько недель после брачного сезона гибнут от малокровия.

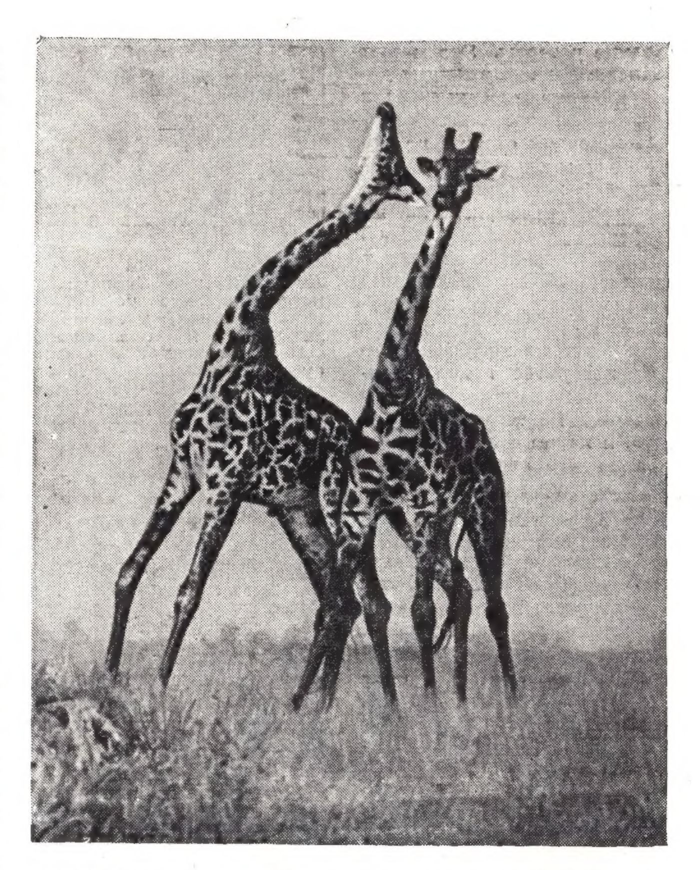
Такую бессмысленную, но облегчающую стресс двигательную активность этологи называют смещенной активностью. Это явление часто можно наблюдать в животном мире. Например, петухи могут остановиться во время драки, чтобы с яростью поклевать землю перед собой, а самцы скворцов в такой же ситуации прерывают враждебные действия, чтобы почистить перышки. Это странное, казалось бы, поведение имеет глубокий биологический смысл. Драки между представителями одного вида служат лишь «выяснению отношений» в соперничестве за территорию, место в иерархии стаи, брачного партнера или пищу. Драка может продолжаться лишь до тех пор, пока слабейший не выкажет признаков подчинения. Убийства не происходит. Но накопленное нервное и физическое напряжение, стресс надо снять, и этому-то служит смещенная активность — посторонние действия, не имеющие, казалось бы, никакого отношения к данной ситуации. Смещенная активность распространена и в мире людей. Когда начальник, распекая подчиненного, стучит кулаком по столу, он тоже разряжает свое напряжение с помощью смещенной активности — ведь применять физическое воздействие к сослуживцам както не принято.

К стрессовым ситуациям относится и утрата животным своего положения в стае или стаде. Состарившийся слон, побежденный в бою лев или волк изгоняют-



Это не поцелуй. Так выглядит поза борьбы у одного из видов аквариумных рыбок — гурами. Прикосновение выпяченными губами к губам противника должно означать: «Я тебя съем!» Дело в том, что именно выпяченными губами рыбка ощупывает съедобные предметы.

Драки между животными одного вида (на наших снимках — дуэли павлинов и жирафов), как правило, не приводят к гибели кого-либо из соперников. Резкие движения, угрожающие позы и крики позволяют разрядить стресс и выявить сильнейшего. Проигравший отступает.





ся из своих сообществ и влачат жалкое существование. Стресс делает их особенно агрессивными, коварными и опасными. Они словно хотят доказать соплеменникам, что списывать их со счетов рано. Но это лишь последняя и чаще всего безуспешная попытка отвоевать свое прежнее место в иерархии сообщества. Вскоре к одинокому зверю приходит смерть — от старости или от постоянного стресса — трудно сказать.

Случай успешного возвращения старой волчицы в стаю наблюдали обходчики одного из канадских заповедников. В одной стае состарившаяся волчица не хотела подчиняться более молодым и сильным. Все чаще дело доходило до схваток, пока, наконец, «старуху» окончательно не изгнали из стаи.

Спустя три дня эта волчица вышла навстречу стае, держа в своих клыках убитого ею молодого оленя карибу. Она словно хотела сказать этим: «Вот я дарю вам свою добычу, а за это примите меня обратно». Действительно, ее приняли в стаю. Она заняла место рядового члена сообщества, больше не стремилась быть главой. Она помогала молодым самкам выращивать волчат, часто несла вахту во время всеобщего отдыха, активно участвовала в охоте и больше не вступала в конфликты с более молодыми и сильными. Короче говоря, она снова стала полноправным, хотя и рядовым, членом сообщества и тем самым, вероятно, продлила себе жизнь на несколько лет.

И мы можем продлить жизнь своим состарившимся близким, найдя им посильные занятия, чтобы они чувствовали свою необходимость людям, — такой мыслью заканчивает статью Витус Дрешер.

ментариями впервые опубликованы в Полном собрании сочинений А. П. Чехова. т. 16 (М. «Наука», 1979).

Неизвестной осталась только причина, по которой Чехов, потративший на подготовку диссертации много труда, оставил ее незавершенной, не закончив, по-видимому, и собирания намеченных материалов. В письме к тому же Н. А. Лейкину, написанному около 20 октября 1885 года, Чехов еще упоминает глухо о своей работе: «Я занят целый день... Следить за наукой и работать — большая разница».

Почему же работа была прервана?

Удалось установить, что тогда же, в 1884 году, В. Ф. Эккерманом была защищена диссертация на тему, близкую чеховской,— «Материалы для истории медицины в России (История эпидемий в X—XVIII веках)». Поскольку диссертация защищалась в Казани и там же была издана (Казань, 1884), Чехов, вероятно, не знал о ней. Известно об этом могло стать позднее, после того, как в октябре 1885 года вышел III том петербургского журнала «Вестник судебной медицины и общественной гигиены», в котором напечатана рецензия на эту диссертацию. «Труд Эккермана,— писал рецензент, — представляет немаловажную ценность не только для истории медицины, но и для науки социальной, освещая отчасти причины великих исторических движений в жизни нашего народа». Выясняется, что Эккерман в своей работе использовал те же летописи, что и Чехов, кроме того, еще Ипатьевскую, Воскресенскую, Новгородскую, Тверскую. Использовал, как и Чехов, труд Н. М. Карамзина «История государства российского» и другие исторические работы. Учтены им были и различные «лечебники» и «травники», а также литература, в которой сообщалось о «заговорах» и «заклинаниях».

На основании летописей Эккерман дал сведения о 47 крупнейших эпидемиях, бывших в России в XI—XVIII веках. В его работе имеются ссылки и на иностранные источники, которыми не пользовался Чехов, не знавший иностранных языков.

Быть может, причиной, по которой Чехов прервал свою работу над докторской диссертацией, и было появление труда В. Эккермана.

Н. ГИТОВИЧ.

Но, несмотря на серьезные перемены, американское автомобилестроение сохранило в значительной мере прежнее лицо. Все еще в общем объеме производства велика доля «дорожных дредноутов». Покупатели, десятилетиями приученные к «дому на колесах», очень медленно меняют свою точку зрения.

Что же представляет собой современный американский легковой автомобиль? У 76% выпускаемых машин V-образный 8-цилиндровый двигатель, 95% имеют автоматическую коробку передач и гидравлический усилитель руля, 90% оснащены усилителями в приводе тормозов, 84% машин с дымчатыми стеклами, 82% имеют кондиционер.

Специфика американских моделей заключается в том, что они рассчитаны на эксплуатацию по дорогам с твердым покрытием, и поэтому у них очень небольшой дорожный просвет (125—140 мм). Другая отличительная черта, продиктованная солидными их габаритами, — значительный радиус поворота (6,5—7м).

Американские модели все рассчитаны на 5—6 человек, но имеют различные длину и мощность двигателя (эти параметры ниже приведены в скобках), а также массу, размеры салона, скорость. В зависимости от этих показателей модели можно условно разделить на шесть классов (представители каждого из них показаны на снимках): высший (5,6—6 м; 300—340 л. с.), средний (5,1—5,6 м; 200—260 л. с.), стандартный (5—5,6 м; 150—200 л. с.), промежуточный (5—5,2 м; 150—175 л. с.), компактный (4,6—4,9; 95—130 л. с.) и сверхкомпактный (менее 4,6 м; 90 л. с.).

Как правило, у каждой модели немало модификаций. Так, «Бюик-Сенчюри» выпускается с тремя разновидностями кузовов (седан, купе и универсал), пятью разновидностями двигателей (от 91 до 172 л. с.) и двумя разновидностями трансмиссий, что дает 30 комбинаций.

Легковые модели в США сходят с конвейеров четырех концернов. Каждый из них делает машины нескольких марок. «Дженерал моторс корпорейшн» (57% от общего производства машин в стране) традиционно выпускает марки «Бюик», «Кадиллак», «Олдсмобиль», «Понтиак» и «Шевроле». «Форд мотор компани» (28%) делает машины марок «Форд», «Линкольн», «Меркурий». «Крайслер корпорейшн» (13%) строит автомобили «Крайслер», «Додж», «Плимут», а «Америкен моторс корпорейшн» (2%) — «Пейсер», «Хорнет», «Матадор».

Многие известные в прошлом фирмы («Виллис-Оверланд», «Гудзон», «Корд», «Нэш», «Паккард», «Пирс-Арроу», «Студебеккер») стали жертвами конкурентной борьбы и перестали существовать. Сегодня автомобилестроительная индустрия США оказалась в руках четырех могущественных концернов, под власть которых попали и многие зарубежные фирмы («Опель», «Воксхолл», «Бедфорд», «Холден», «Исудзу» и другие). Заводы этих концернов, расположенные только на территории США и Канады, изготовляют до 11 миллионов легковых машин в год, что составляет около трети общего мирового производства.

В числе больших легковых машин не названы представительские автомобили. Они выпускаются ограниченными сериями заводами СССР, США, Англии, ФРГ и некоторых других стран. Этим машинам, составляющим особую категорию, будет посвящен другой выпуск «Автосалона».

Инженер Л. ШУГУРОВ.

ОДА ПЕШЕМУ ХОДУ

Кандидат медицинских наук И. ЮФИТ.

Уже в старину врачи прописывали своим пациентам в качестве общеукрепляющего, оздоровляющего средства длительные прогулки, активный двигательный режим. Дозированная ходьба прочно заняла свое место и в современной медицине (укажем хотя бы на тщательно вымеренные маршруты, проложенные в окрестностях всякого хорошо поставленного санатория, профилактория). Широко рекомендуют ходьбу как реабилитационное средство, помогающее человеку вернуться к нормальной жизни после перенесенного заболевания, хирургического вмешательства, долгого пребывания в гипсе. Ходьба на месте фигурирует во многих комплексах лечебной гимнастики (дозировать нагрузку помогают специальные устройства: вращающиеся наподобие беличьего колеса барабаны, бегущие дорожки). Давно известно, что ходьба укрепляет мышцы и связки нижних конечностей, способствует сохранению подвижности суставов. Оказывает она и общее воздействие на организм, прежде всего благодаря влиянию на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы.

«Сегодня,— пишут специалисты,— ходьбу надо понимать не просто как один из доступных нам способов перемещения в пространстве, но прежде всего как мощное средство достижения долголетия, интеллектуальной бодрости и хорошего расположения духа». Мода на пешеходные прогулки, уважение к забытому, было, моциону отодвинули в тень и бег трусцой, и велосипед, и сауну, и купание в ледяной воде, которые, по мнению автора комментария, стали уже сенсациями вчерашнего дня.

Что же стоит за шумом вокруг ходьбы, какими соображениями оперируют сторонники и пропагандисты «нового» средства?

Начнем с проблемы «ходьба и долголетие».

Ходьба по неровной дороге, особенно достаточно интенсивная и жесткая, без подрессоривания мышцами свода стопы и голени, сопровождается чувствительным сотрясением всего тела (изгибы позвоночника как раз и служат своего рода демпферным устройством, гасящим удары, оберегающим от толчков мозг). Такая встряска, полагают, приносит пользу: предупреждаются отложения на стенках кровеносных сосудов, ускоряется эвакуация шлаков.

Следующим шагом является предположение, согласно которому определенный ритм ходьбы при известных условиях может сопровождаться эффектами стимуляции и своего рода массажа тех или иных внутренних органов.

О том, что физические упражнения непременно должны давать организму определенную встряску, говорил и известный деятель физической культуры, профессиональный борец, а впоследствии писатель, человек, способный одной рукой поднять штангу весом в сто двадцать восемь килограммов, Георг Гаккеншмидт. В доказательство он ссылался на собственный пример: с возрастом, отходя от спорта, он ограничил свою ежедневную разминку ходьбой, бегом и обязательными прыжками с места через довольно большой обеденный стол. От последнего упражнения он вынужден был отказаться лишь по решительному настоянию врачей на восемьдесят девятом году жизни.

Благотворность влияния умеренных и не слишком продолжительных сотрясений на человеческий организм подтверждается, в частности, и практикой вибромассажа. Механизм полезного действия низкочастотной, достаточного размаха вибрации заключается главным образом в том, что ходьба тренирует гладкомышечные элементы сосудистой стенки, физически нагружает их, заставляет их работать мощнее. В результате этого повышается тонус сосудов (такое повышение тонуса наблюдается, кстати, и при занятиях верховой ездой, акробатикой и при работе на вращающихся тренажерах).

Второй момент, на который делают упор пропагандисты пешего хода,— мягкость и безопасность этого средства. «Ходьба —



лучший вид физической активности для лиц интеллектуального, в особенности творческого труда»,— утверждает английский биохимик Р. Харальд, призывая коллег и студенческую молодежь испытать его совет ходить как можно больше, данный от чистого сердца.

Аргументация Р. Харальда заслуживает внимания и в целом должна быть признана серьезной, хотя в ней иногда и чувствуется излишнее увлечение. В нынешнее время, полагает он, занятия трудоемкими видами спорта, упражнения с отягощениями до некоторой степени изжили себя. Современному человеку не нужны мыщцы, смешно посвящать драгоценные часы нашей жизни развитию того, в чем не ощущается необходимости. Разве помешало тщедушное сложение достичь глубокой старости, например, Канту, чья система поддержания фи-

зической формы сводилась к ежедневным прогулкам в строго определенное время?

Мышцы, заключает Р. Харальд, требуют питания (тем самым увеличивая нагрузку на органы пищеварения) и при недостаточном упражнении перерождаются в жир, обременяют человека избыточным весом. Пора отказаться от принципов физической тренировки, доставшихся нам от греков и римлян, ведь цель занятий изменилась...

Да, массивная мускулатура и соответствующий ей костяк в наши дни для человека, ведущего в основном сидячий образ жизни,— преимущественно не из завидных: мышцы требуют к себе внимания, люди с излишним собственным весом чаще других становятся жертвами сердечных заболеваний. Однако нельзя назвать вполне верным и утверждение о том, что мышцы нам сегодня не нужны. Прежде всего мышечным мешком является само сердце (и его тренировке, в частности, как раз и служит ходьба).

Далее. Не надо забывать, что работа мышц, их периодическое сокращение в значительной степени способствует облегчению циркуляции в организме крови и лимфы, ускорению процессов обмена. Необходимы организму и резервы мощности. В экстренных ситуациях, скажем, в момент физического напряжения, в послеоперационный период, при случайном отравлении, когда резко возрастают требования к производительности сердечной мышцы, слабость, неподготовленность, растренированность организма оборачиваются непоправимыми последствиями. На кроющуюся здесь опасность не раз указывал в своих выступлениях известный пропагандист физической культуры академик Николай Михайлович Амосов.

Что же касается пользы ходьбы для лиц умственного труда, то в защиту подобного мнения действительно можно привести немало аргументов. И бег трусцой и езда на велосипеде требуют (особенно в городских условиях), помимо физического напряжения, немалых волевых усилий, направленных прежде всего на преодоление естественной стеснительности. В результате к физическому утомлению зачастую прибавляется нервное, воздействие которого, как доказывают эксперименты, уменьшает полезность бега трусцой, отрицательно сказывается на эффективности умственного труда.

Пешие прогулки, постепенно разогревающие организм, оживляющие кровообращение, с давних пор известны как отличный стимулятор умственной работы. Достаточно напомнить о существовавшей некогда философской школе перипатетиков, предававшихся размышлениям исключительно на ходу,— к ней принадлежал, между прочим, и великий Аристотель.

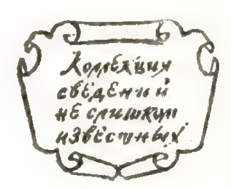
Ускорение кровотока сопровождается ощущением тепла и некоторым подъемом настроения. Специально ожидая этот эффект, умея усилить его, человек может и утилизировать его, использовать подъем настроения как фактор, интенсифицирующий умственную деятельность.

Приблизительно то же происходит и в случае, когда прогулка предпринимается без ясно осознанной цели что-то обдумать, принять ответственное решение. Недаром отмечено, что ходьба, прогулки на лоне природы улучшают состояние депрессивных больных, да и здоровым людям нередко помогают избавиться от мрачных мыслей, развеяться. Здесь, по-видимому, играет роль успокаивающее влияние ритма неторопливой ходьбы, подчиняющего себе и работу дыхательной системы (связь же дыхательного ритма с настроением известна).

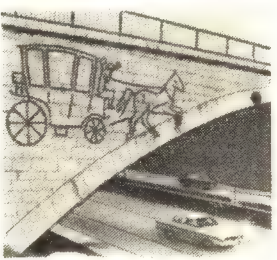
Подводя итог, заметим, что призыв поэта «даль ногами добудь» в целом совпадает с рекомендациями медиков. Ходите пешком, если хотите быть здоровыми,— эта старая истина справедлива и сегодня.

И все же несколько слов предостережения.

Прежде, чем пускаться в путь, трезво оцените свои возможности. При необходимости посоветуйтесь с врачом. Ходьба не предъявляет больших требований к вашей подготовке, и все же начать ее лучше всего с подводящих упражнений. Поприседайте несколько дней по утрам, укрепите связки, вставая на цыпочки попеременно то на одной, то на другой ноге. Несложная профилактика убережет вас от вывихов и иных досадных травм. Особенно осторожными следует быть людям полным, со слабыми мышцами: при возросшей нагрузке лишенные мышечной поддержки кости и косточки ног иногда деформируются, разрастаются, как бы ища способа увеличить площадь опоры, наиболее выгодным образом распределить падающую на них нагрузку. Таким людям визит к врачу перед началом длительных прогулок — условие необходимое.



● В США запатентовано средство для мытья грампластинок, состоящее более чем на 99,9 процента из дистиллированной воды. Хотя процесс дистилляции был известен еще алхимикам, патентное ведомство сочло средство достаточно новым: дело в том, что к воде добавлено 0,004 процента дезинфектанта, убивающего бактерии, 0,005 процента пропиленгликоля, смазывающего звуковую бороздку, и 0,075 процента поверхностно-активного вещества для лучшего смачивания, чтобы жидкость не скатывалась с пластинки. И все же эти вещества необязательны, и для мытья пластинок вполне пригодна обыкновенная чистая вода.



● Изображение дилижанса на мосту над одной из дорог в Зальцбурге (Австрия) — и украшение и напоминание водителям: «Тише едешь — дальше будешь».

● Так профессор Дэвид Уилсон из Кембриджского университета (США) представляет себе велосипед будущего. Он считает, что поза, похожая на ту, которую человек принимает в кресле автомобиля, гораздо удобнее согнутой позы велосипедиста. Ручки руля находятся сзади под сиденьем.

● Не так уж редко встречаются люди, умеющие писать левой рукой «наоборот», то есть справа налево, получая зеркальный текст (см. «Наука и жизнь» № 10, 1980 г.). Гораздо более редкой способностью обладает профессор философии Висконсинского университета (США) Эндрю Левин: он без размышления может повторить любую произнесенную при нем фразу наоборот, как магнитофон, запущенный в обратном направлении. Считают, что изучение необычного феномена (это третий такой случай, известный в наше время) позволит углубить наши знания о физиологии слуха и речи.

● Метеосводки по Лондону за много лет неопровержимо показывают, что по четвергам в британской столице выпадает больше дождей, чем в остальные дни недели. В чем тут дело — неизвестно.

● Как считают специалисты Тисайского химкомбината (Венгрия), мировая мода на стиральные порошки с запахом лимона уже проходит и в ближайшее время станет популярным запах зеленых яблок. Соответственно пересматривается рецептура производимых на комбинате стиральных порошков.

● Близ Лозанны с 1897 года работает фуникулер, приводимый в движение водой. Вагончик фуникулера заправляется пятью тоннами воды из источника на вершине горы и спускается под этой тяжестью вниз, подтягивая вверх другой вагончик. Внизу вода сливается, и весь цикл повторяется.



● Суд американского города Дюпонт в штате Колорадо приговорил к трехнедельному заключению собаку по кличке Вилли-Бой. Пес обвинялся в бродяжничестве — он сменил за последнее время восьмерых хозяев и от каждого убежал, а главное — в грабеже. Вилли-Бой прокрадывался в продуктовые магазины самообслуживания и, схватив то, что лежит поближе к выходу, убегал. Судья сказал, что по законам штата он мог бы вынести рецидивисту и смертный приговор, но учел, что ущерб сравнительно невелик и грабеж проводился без взлома. После отсидки пса отправят в собачий приют.



САМОЕ БОЛЬШОЕ ЧИСЛО

В повседневной жизни, делая какие-либо расчеты или читая о достижениях науки и техники, мы редко имеем дело с числами больше нескольких миллиардов.

Миллиард (реже его называют биллионом) — это единица с девятью нулями. Многим все же известен и триллион — единица с 12 нулями. Названия еще более крупных чисел мало распространены, поскольку для экономии места их обычно записывают как степени десяти да так и произносят: например, десять в двадцать четвертой степени. Все же вот несколько названий числовых великанов: 10^{15} — квадрильон, 10^{18} — квинтильон, 10^{21} — секстильон, 10^{24} — септильон, 10^{27} — октильон...

Американский математик Кастнер, чтобы приобщить своих учеников к манипулированию большими числами, изобрел «самое большое» число, назвав его «гугол». Это единица со ста нулями, то есть 10^{100}. Хотя натуральный ряд чисел бесконечен и в принципе нельзя назвать такое большое число, к которому мы не могли бы прибавить хотя бы единицу, чтобы оно стало еще больше, однако гугол в определенном смысле представляет собой границу исчисляемого мира. Дело в том, что во всей Вселенной невозможно найти гугол чего бы то ни было. Даже самая быстродействующая ЭВМ не могла бы за все время существования Вселенной достичь гугола путем простого сложения: 1 + 1 + 1 + 1..., хотя за несколько минут пришла бы к нему путем геометрической прогрессии. Но в последнем случае машина считает, собственно, не реально существующие объекты или явления (импульсы тока в своих схемах), а математические концепции.

Но неужели в окружающем нас мире нет ничего такого, количество чего выражалось бы числом 10^{100}? Невероятно! Попробуем выразить площадь земли в квадратных миллиметрах. Зная, что площадь большой квартиры — 50 000 000 мм^2, можно было бы в случае Земли надеяться на очень большую цифру. Но нет, поверхность нашего земного шара не превышает $5 \cdot 10^{20}$ мм^2. Это еще далеко не гугол. Возьмем объем, тогда цифра будет побольше — 10^{30} мм^3, но и это очень мало по сравнению с гуголом.

Правда, кубический миллиметр, объем булавочной головки — это довольно большая единица измерения. В таком объеме поместится десять песчинок. А сколько песчинок поместилось бы в объеме земного шара? Всего лишь 10^{31}.

Нет, для гугола Земля явно слишком мала. Обратимся к беспредельным просторам Космоса и попробуем выразить расстояние между звездами в микрометрах (микрометром в соответствии с новой системой единиц СИ называется теперь прежний микрон, тысячная доля миллиметра) или даже в ангстремах — десятимиллионных долях миллиметра. Обычно межзвездные расстояния измеряют в световых годах, это расстояние, проходимое лучом света за год, примерно 9,5 триллиона километров. Выразим световой год в ангстремах. Получается 10^{26} ангстремов. До самых близких звезд всего около 10^{27} ангстремов. Перейдем к самым отдаленным галактикам. Расстояние до них, выраженное в самой малой единице длины, не превышает $6 \cdot 10^{35}$ ангстремов.

Будем считать, что Вселенная имеет ограниченный размер (что еще далеко не доказано), и сопоставим с этим самым большим физическим объектом, известным нам, один из самых маленьких объектов, изучаемых физикой,— атомное ядро. Соотношение между ними — всего 10^{40}. Это также не гугол. Сейчас мы увидим, что 10^{40} — практический предел всего, что поддается подсчету во Вселенной.

Теперь займемся временем. Рассчитаем возраст Вселенной в самой малой единице времени, имеющей физический смысл. Самое короткое время, которое мы возьмем для этого расчета,— это то мгновение, которое понадобится лучу света, чтобы пересечь поперечник атомного ядра. Выходит, что возраст Вселенной в этих единицах также 10^{40}.

Мы рассмотрели линейные размеры нашей Вселенной и временны́е ее пределы. Возьмем теперь силу. Известно, что Земля и другие планеты удерживаются вокруг Солнца силой тяготения. Эта же сила приковывает нас к Земле, обеспечивает сцепление частиц в теле Земли и других планет, управляет движением спут-

НАУКА И ЖИЗНЬ
РЕФЕРАТЫ



ЖИТЕЛИ ВЫСОКОГОРИЙ—УЛАРЫ

Кандидат биологических наук В. ТКАЧЕНКО.

От горных систем Центральной Азии на запад и восток вдоль границ Советского Союза тянутся цепи хребтов южной Палеарктики: Саяны, Алтай, Тянь-Шань, Памир и последний к западу — Кавказ. Каждая горная страна отличается от других своими ландшафтами, растительностью, животным миром. То сухие степи, то густые леса, то роскошный травостой лугов, то лишайниковые тундры одевают склоны. От влажных субтропиков до покрытых вечными снегами вершин — кажется, нет климатической зоны, которая в том или ином виде не встречалась бы в горах.

Чем выше над уровнем моря, тем суровее климат и беднее растительность. Где проходит верхняя граница леса, где от него остаются лишь чахлые, искривленные ветрами деревья и стелющиеся по земле кустарники, начинается область высокогорья — альпийский пояс.

Немногие виды животных сумели завоевать эту «арену жизни», еще меньше их не покидают альпику в течение круглого года. К таким относится группа горных куриных птиц — уларов. Их часто называют «горными индейками» за внешнее сходство с южноамериканскими настоящими индейками, хотя улары в своем происхождении не имеют с ними ничего общего.

Разные виды уларов населяют горные страны: на Тибете живут тибетский, в Гималаях, на Памире и на Тянь-Шане — темнобрюхий, горы Алтая заселены алтайским уларом, Малая Азия и Иран — каспийским, на Главном Кавказском хребте обитает кавказский. Завсегдатай самых верхних «этажей» гор, кавказский улар только ранней весной спускается к лесу — туда, где появляются первые ростки зеленой травы. Как и большинство обитателей альпийского пояса, улар — вегетарианец. Ведь хищнику в высокогорье прожить значительно труднее: животных здесь мало, и они редки. Растительная же пища в теплое время года здесь в изобилии, а зимой улар довольствуется сухими листьями растений, выкапывает корневища, склевывает проростки трав на обнаженном ветром склоне. Перенести голодный зимний сезон ему помогает и подкожная жировая прослойка. Она же защищает его от пронизывающих горных ветров и морозов. К тому же у улара мощный перовой покров: на единицу площади тела он имеет значительно больше пера, чем любой его родственник из отряда куриных.

Вегетарианство и надежная защита от холода — важные приспособления для жителя тех мест, где семь-восемь месяцев в году длится зима.

...Но приходит в горы и весна. Начавшись внизу, в долинах, она неудержимо продвигается вверх. Под жаркими лучами беспощадного горного солнца бурно тает снег.

Весна — благодатное для биолога время. Каждый выход в горы позволяет провести много ценных наблюдений над жизнью зверей и птиц, наблюдений очень важных для понимания законов живой природы. Ведь до самого последнего времени мало что было известно об образе жизни уларов. Размножение же их оставалось одной из наиболее чистых страниц в наших знаниях.

Коротко лето в горах, весна — еще короче. И надо спешить. Спешить, чтобы как можно больше узнать и увидеть.

В один из майских дней вдвоем с помощником снаряжаемся в горы. Привычными, заученными движениями укладываем вьюки на спинах лошадей, медленно трогаемся по тропе, вьющейся серпантином меж деревьями на крутом склоне. Через два часа подъема

взмокшие лошади выносят груз к рубленой хижине на верхней границе леса — месту нашей стоянки. Отсюда будем делать выходы в альпийский пояс, в царство туров — кавказских каменных козлов — и уларов. Сначала занимаемся хозяйством: рубим дрова, готовим обед. Но день клонится к вечеру — пора и выходить. В рюкзаки складываем спальные мешки и теплую одежду. Пошли вверх. Поднимаемся часа полтора и выходим к широкому скалистому ущелью. Отсюда хороший обзор и вниз — на полосы горных лугов и вверх — на гребень хребта. Расходимся по разные стороны ущелья.

Для ночлега выбираю небольшую площадку на плоском камне, который отвесной стеной обрывается в пугающую глубину. От конца спального мешка до края обрыва — всего один метр. Зато голова прочно упирается в надежную стенку скалы...

Перед закатом солнца улары возвращаются с кормежки и начинается звонкая перекличка петухов. То здесь, то там раздается переливчатый свист. Солнце скрылось за зубчатым гребнем хребта, но еще достаточно светло. Птицы расположились на скалах, парами перелетают с места на место. Одна из пар — самка впереди, самец чуть позади — парящим полетом на неподвижных крыльях пересекает ущелье и с характерным «кудахтаньем» опускается на крутом склоне. В бинокль хорошо видно: самец спешит к уларке...

В сгущающихся сумерках улары еще раз пролетели над ущельем и опустились на уступ скалы в пяти метрах ниже моей площадки. Самка скрылась за каменным выступом. Самец, увидев меня, встревожился, занервничал. Крутя головой, закричал испуганно и резко, на что самка из своего укрытия ответила сонным успокоительно нежным бормотанием. Минуты три улар пытался застигнуть меня врасплох — то прятался, то внезапно высовывал голову из-за камня. Я затаился неподвижно. Наконец-то и он отправился к подруге — кажется, не совсем успокоившись. Еще раз в сгустившихся сумерках прозвучал его звонкий клич, и все затихло.

Чутко горы спят... Звенит, дробясь на скалах, поток. Порывами налетает ветер, закручивается в камнях. Короткое блеяние козленка донеслось из темноты. Постучал, сорвавшись из-под копыта, камень — туры пошли на ночную пастьбу. Глубоко внизу, в долине, монотонно шумит река, навевает дремоту.

Когда я проснулся, в воздухе уже повисло какое-то предчувствие рассвета: как будто и звезды не так ярки и ветер свежей. Вот слегка побледнело небо на востоке, медленно редеет сумрак. Стали пробуждаться птицы. Первой, как всегда, проснулась горихвостка-чернушка и словно подала сигнал своей скрипучей песней. Почти тотчас же закудахтал петух-улар, засвистел. С другой стороны ущелья ему ответил второй — и понеслись звонкие свисты над пробуждающимися горами. Коротко, будто спросонок, пропела альпийская завирушка, внизу закуковала кукушка, пустил свою односложную песенку белозобый дрозд.

Через несколько минут после самца пробудилась и уларка: раздалось ее нежно-звонкое поквохтывание. Петух ответил сразу, устремляясь к ней. Слышно, как уларка поднимается по камню, царапая когтями покрытую сухим лишайником поверхность. Она появилась так близко от меня, что я мог бы дотянуться до нее палкой. Обнаружив непонятный «предмет», птица удивленно вытянула шею. Однако нервы ее, видимо, крепче, чем у самца. Пристально разглядывая меня, она выражала свое удивление лишь тихими звуками «кэ-во, кэ-во, кэ-во», ничего



либо из способов распределения глав:

1 автор	2 автор	3 автор	4 автор
2,4,8,11,14	1, 5, 7, 13	9,10,15,16,17	3, 6, 2

Любая перестановка чисел второй строки будет приводить к новому распределению, если только она не сводится к перестановке чисел внутри столбцов. Так как всего существует 17! способов перестановки чисел второй строки, а любые перестановки чисел внутри столбцов (их соответственно 5!, 4!, 5!, 3!) не дают новых способов, то искомое число способов распределения глав равно:

$$\frac{17!}{(5!)^2 \cdot 4! \cdot 3!} = 171531360.$$

3. Пусть существуют четная функция $\varphi(x)$ и нечетная функция $\psi(x)$ такие, что для любого x из области их определения $f(x) = \varphi(x) + \psi(x)$.
Тогда $f(-x) = \varphi(-x) + \psi(-x) = \varphi(x) - \psi(x)$. Мы получили систему уравнений, из которой выразим искомые функции:

$$\varphi(x) = \frac{f(x) + f(-x)}{2}.$$

$$\psi(x) = \frac{f(x) - f(-x)}{2}.$$

В применении к функции e^x подобная операция дает функции, называемые соответственно гиперболическим косинусом и гиперболическим синусом:

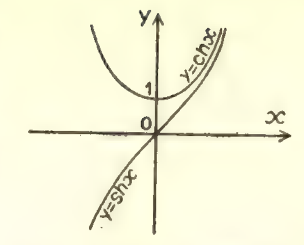
$$\text{ch}x = \frac{e^x + e^{-x}}{2};$$

$$\text{sh}x = \frac{e^x - e^{-x}}{2}.$$

Такие названия не случайны — полученные функции связаны между собой соотношениями, весьма напоминающими тригонометрические, например:

$$\text{ch}^2x - \text{sh}^2x = 1;$$
$$\text{ch}^2x + \text{sh}^2x = \text{ch}2x;$$
$$2\text{ch}x\,\text{sh}x = \text{sh}2x.$$

Дальнейшие аналогии читатель может провести самостоятельно. Для полноты можно ввести гиперболические тангенс $\text{th}x = \text{sh}x/\text{ch}x$,



секанс $1/\text{ch}x$ и косеканс $1/\text{sh}x$.

4. Нередко учащиеся приводят такое рассуждение: «При решении иррациональных уравнений и неравенств необходимо прежде всего избавиться от корня. Поэтому возведем в квадрат обе части данного неравенства: $x^2 - 4x + 3 \geqslant 4 - 4x + x^2$. Но отсюда следует, что $3 \geqslant 4$, а это неверно. Значит, предложенное неравенство решений не имеет».

Верен ли такой вывод? Нет. Легко заметить, например, что при $x = 5$ левая часть неравенства положительна, а правая отрицательна, то есть неравенство справедливо, а проведенное выше рассуждение порочно.

Дадим правильное решение примера. Очевидно, следует рассмотреть только те значения x, при которых $x^2 - 4x + 3 \geqslant 0$, иначе корень утратит смысл. Нули подкоренного трехчлена равны 1 и 3, следовательно, нас устраивают только $x \leqslant 1$ и $x \geqslant 3$. Поскольку радикал понимается в арифметическом смысле, то есть неотрицателен, а при любом $x \geqslant 3$ правая часть неравенства меньше нуля, то все $x \geqslant 3$ являются решениями. Если же $x \leqslant 1$, то $2 - x > 0$. Тогда возведя обе части неравенства в квадрат, мы получим равносильное неравенство:
$x^2 - 4x + 3 \geqslant 4 - 4x + x^2$.
Оно не имеет решений, так как неравенство $3 \geqslant 4$ ложно. Итак, решение предложенного неравенства: $x \geqslant 3$.

5. Задача решается просто, если за неизвестные принять не катеты, а радиус вписанной окружности r и угол $\alpha = \angle OAK$. Так как центр вписанной окружности лежит на пересечении биссектрис углов A и B, то $\angle OBK = \frac{\pi}{4} - \alpha$. Из прямоугольных треугольников OAK и OBK находим:

$$r = \sqrt{5}\sin\alpha;$$

$$r = \sqrt{10\sin\left(\frac{\pi}{4} - \alpha\right)}.$$

Следовательно, $\sqrt{5}\sin\alpha = \sqrt{10\sin\left(\frac{\pi}{4} - \alpha\right)}$. Задача свелась к простому тригонометрическому уравнению.

Заменив $\sin\left(\frac{\pi}{4} - \alpha\right)$ на $\frac{\sqrt{2}}{2}(\cos\alpha - \sin\alpha)$, получаем из этого уравнения, что $\sin\alpha = \cos\alpha - \sin\alpha$ и далее $\text{tg}\alpha = \frac{1}{2}$. Воспользуемся формулой:

$$\sin\alpha = \frac{\text{tg}\,\alpha}{\sqrt{1 + \text{tg}^2\alpha}}.$$

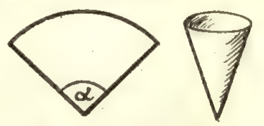
Отсюда находим $\sin\alpha = \frac{1}{\sqrt{5}}$ и, следовательно, $r = 1$ см.

6. Пусть R — радиус круга, r — радиус основания конуса, тогда $2\pi r = R\alpha$, откуда $r = R\alpha/2\pi$. Находим высоту конуса и его объем:

$$H = \sqrt{R^2 - r^2} = R\sqrt{1 - \frac{\alpha^2}{4\pi^2}};$$

$$V = \frac{1}{3}\pi r^2 H = \frac{\pi R^3}{3} \cdot \frac{\alpha^2}{4\pi^2} \cdot \sqrt{1 - \frac{\alpha^2}{4\pi^2}}.$$

Обозначим $\alpha^2/4\pi^2 = x$, $0 < x < 1$, и $V_0 = \pi R^3/3$. Тогда



$$V = V_0 x\sqrt{1 - x}.$$

Находим производную

$$V' = V_0\frac{2 - 3x}{2\sqrt{1 - x}}$$

и критическую точку

$$x_0 = 2/3.$$

Легко проверить, что в этой точке функция V имеет наибольшее значение. Таким образом, получаемый из сектора конус обладает наибольшей вместимостью при $\alpha = 2\pi\sqrt{2/3}$.

ТРИ ПАРТИИ

Экс-чемпион мира по шахматам, доктор технических наук, профессор Михаил Моисеевич БОТВИННИК написал по заказу западногерманского издательства «Космос» книгу «15 партий и их история». Книга эта вышла также в Дании и США; готовится и французское издание. Приводим отрывок из предисловия, которым гроссмейстер М. БОТВИННИК представляет читателям эту книгу, а также три партии из нее.

Гроссмейстер Михаил БОТВИННИК.

Занимательная шахматная литература нужна так же, как и теоретическая. Правда, ранее я не писал подобных книг, но и эта, по существу, гибрид занимательности и анализа...

Наряду с примечаниями к 15 партиям читатель найдет здесь и то, что обычно скрывается за сухим текстом шахматной партии, ознакомится с переживаниями партнера и забавными (а порой и горестными) приключениями, связанными с этими партиями. Но, как сказал Пушкин, «сказка ложь, да в ней намек: добрым молодцам урок». Из этих партий и их историй читатель сможет извлечь кое-что поучительное как из области шахматной этики, так и из мира шахматной психологии, а также оценить качество самих партий и примечаний к ним.

«ШУТКА»

М. БОТВИННИК — Я. РОХЛИН

(Шестерной матч-турнир. Ленинград, июль 1927 г.)
Индийская защита

Летом 1927 года в шахматном клубе во Дворце труда (Дом профсоюзов) проходил двухкруговой матч-турнир шести известных шахматистов: П. Романовский, С. Готгильф, А. Модель, Я. Рохлин, В. Рогозин и автор этих строк.

Для меня это соревнование было весьма важным, поскольку осенью этого же года должен был состояться очередной, V чемпионат СССР; в случае успешного выступления в матч-турнире меня могли бы включить в кандидатский список участников чемпионата.

Этот турнир я провел с большим подъемом, проиграл матч только Петру Арсеньевичу Романовскому, у остальных выиграл. Чувствовал я себя отлично: жил на даче в Сестрорецке (весь день был на пляже), два раза в неделю ездил в Ленинград, физическое состояние было отменным, голова ясной.

1. d2 — d4 Kg8 — f6
2. c2 — c4 e7 — e6
3. Kg1 — f3 ...

В ту пору я уклонялся от защиты Нимцовича (3. Кс3 Cb4), считая, что ход в партии обещает белым небольшой, но длительный перевес.

3. ... c7 — c5
4. d4 — d5 e6 : d5

К более острой игре ведет ход Блюменфельда 4... b5.

5. c4 : d5 b7 — b5
6. a2—a4 ...

Хорошо здесь и 6. Фс2.

6. ... Фd8 — a5+

Вероятно, слабейший ответ. Но уже тогда, хотя мне не исполнилось и шестнадцати, мои знания в области теории начал были общеизвестны. Вот мой партнер и пытался свернуть с проторенной дороги.

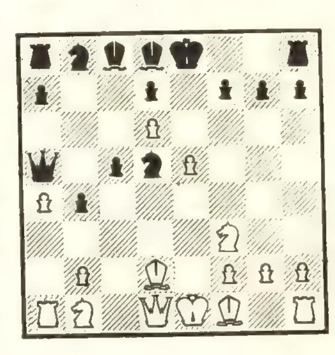
7. Cc1 — d2 b5 — b4
8. e2 — e4! ...

Пользуясь отсутствием черного ферзя на поле d8 (в варианте 8... К : e4 9. Фе2 f5 10. Kg5 Ca6 11. Фе3, белые получали опасную атаку), с выгодой захватываются центральные поля.

8. ... Cf8 — e7

Мой партнер растерялся, Но и в случае 8 ... d6 9. Ка3 Фd8 10. Cb5+ Cd7 11. Кс4 перевес белых очевиден, а при 11. К : e4 12. Фе2 f5 (или 12... Фе7 13. 0—0) 13. Kg5 белые получали сильную атаку.

9. d5 — d6 Ce7 — d8
10. e4 — e5 Kf6 — d5



Черным уже трудно дать хороший совет.

11. Cd2 — g5 ...

Этот неочевидный ход заставляет черных отдать пешку. Плохо 11... С : g5 из-за 12. Ф : d5, или 11... Cb7 ввиду 12. Сс4, а на 11... Kb6 следует 12. С : d8 Кр : d8 13. Kg5.

11. ... b4 — b3+
12. Cg5 — d2 Kd5 — b4
13. Фd1 : b3 ...

Теперь у белых и позиционный и материальный перевес.

13. ... 0—0
14. Kb1 — a3 Cc8—a6

Черные парируют угрозу 15. Кс4, на что теперь последует взятие коня белых.

15. Cf1 — b5! ...

Вновь грозит 16. Кс4, на сей раз с выигрышем ферзя.

15. ... Ca6 : b5
16. a4 : b5 ...

- А посему полеты к звездам по сей день остаются проблемой, ибо времена, за которые можно достичь звезд, и в моей системе мира очень и очень велики.

Впрочем, кто знает, может быть, найдется способ пронзать пространство по иным траекториям? Цель заманчива: поистине до самой далекой планеты не так уж и далеко! Не дальше, чем от Москвы до Владивостока. Но близок локоть, да не укусишь.

Конечно, и в моей теории есть белые пятна — богатое поле для исследований и новых чудесных открытий. Ну, например, как выглядит наша Земля снаружи? И что ее окружает?

Лично я после долгих раздумий пришел к следующему выводу. Подобно Луне и планетам, Земля снаружи пустынна и покрыта кратерами. Более того, она, в свою очередь, является планетой в каком-то более крупном, объемлющем ее и тоже замкнутом мире. Рассуждая по аналогии, неизбежно прихожу к выводу, что жизнь на Луне и других планетах есть, но не снаружи, а внутри. И это радостно.

Как тут не переосмыслить известное сочинение знаменитого Свифта о путешествиях Гулливера! Выйди Гулливер на внешнюю поверхность Земли, он оказался бы карликом в том мире. А проникни он внутрь Луны или другой планеты, его сочли бы там великаном. Вот вам и Гулливер, и лилипуты, и гиганты-бробдинднеги!

Всякое новое знание несет пользу цивилизации, и моя теория тоже. Глубинное бурение должно быть повсеместно запрещено. Ибо мы не знаем толщины земной оболочки и рискуем прободить ее и выпустить всю благодатную атмосферу в иной мир.

И еще несколько слов в заключение.

В свое время существовала планетарная модель атома. Однако она оказалась несостоятельной. Уверен, что такая же участь ждет планетарную модель Солнечной системы и включающую ее в себя модель Вселенной. Пусть и моя теория не останется в веках, пусть и она в свое время заменится более совершенной. Но на данном этапе развития науки именно в ней содержится истина.

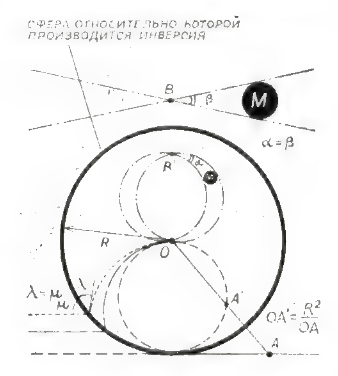
Земля древних была плоской. Потом ученые загнули края диска, превратили его в сферу, предоставив всему живому ее выпуклую поверхность. Я полагаю, что они загнули не туда.

взаимное расположение рассматриваемых нами предметов мы оцениваем по углам, под которыми в зрачки наших глаз приходят лучи света от этих предметов. А инверсия сохраняет углы, под которыми пересекаются линии,— в том числе и траектории световых лучей. Стало быть, переместившись благодаря инверсии из привычного для нас мира в мир Кифы Васильевича, мы видели бы все предметы под точно теми же углами, под которыми видели их прежде. Мы не заметили бы никакой зримой разницы между прежним и преобразованным миром, а значит, не смогли бы определить на глазок, на основе лишь зрительных впечатлений, где мы живем — на Земле или внутри Земли.

Получается, что теория Кифы Васильевича ничем не противоречит очевидным, видным невооруженными очами фактам! Чтобы опровергнуть его фантастические построения, необходимы эксперименты.

На верхнем конце длинной вертикальной штанги перпендикулярно к ней укрепим зеркало. С другого конца штанги пустим вдоль нее по направлению к зеркалу луч лазера. Покуда штанга стоит перпендикулярно к земной поверхности (см. рисунок на стр. 131, участок 6), луч будет идти по прямой и, отразившись от зеркала, вернется в ту же точку, откуда был выпущен. Так будет и в привычном для нас мире и в мире Кифы Васильевича. Будем теперь наклонять штангу и при этом внимательно следить, что происходит с отраженным от зеркала лучом. В привычном для нас мире, где свет распространяется по прямым, испущенный и отраженный лучи по-прежнему сливались бы. В мире Кифы Васильевича они разошлись бы: испущенный луч, искривляясь все сильнее по мере наклона штанги, падал бы на зеркало уже не перпендикулярно и, отразившись, пошел бы по иной траектории. Расщепление луча можно было бы подтвердить смещением зайчика на подходящем экране.

Эксперимент, казалось бы, четкий и доказательный, но есть у него уязвимое место.



Вообразим в пространстве некоторую сферу (на схеме она изображена утолщенной окружностью). Каждой точке пространства поставим в соответствие другую точку так, чтобы обе лежали на одном радиальном луче, исходящем из центра сферы, и расстояния от них до центра сферы были обратно пропорциональны друг другу. Коэффициент пропорциональности возьмем равным квадрату радиуса сферы: тогда каждой ее точке будет соответствовать та же точка, и в итоге сфера останется на месте.

Так совершается преобразование инверсии. Прямые линии при этом превращаются в окружности (прямолинейными останутся лишь те, что проходят через центр сферы). На схеме соответствующие друг другу прямые и окружности изображены линиями одинакового рисунка.

Прямые, пересекающиеся под некоторым углом, в результате инверсии переходят в окружности, пересекающиеся под тем же углом. Поэтому тело M, видное из точки B под указанным на схеме углом, перейдет в тело M', видно из точки B' под таким же углом (если предполагать, что свет внутри сферы распространяется по окружности).

Как во всяком честном научном споре, мы должны допустить вероятность того, что истина окажется на стороне нашего оппонента. Стало быть, описанный решающий эксперимент должен быть приспособлен и к такому исходу. Оказывается, чтобы зайчик смог заметно отразить расщепление луча, сдвинувшись хотя бы на миллиметр, штанга должна быть не маленькой, несколько десятков метров в длину. Всякий, кто соприкасался с техникой, усомнится в надежной жесткости такой штанги. А ведь если она изогнется, зайчик сместится, и наш эксперимент вместо того, чтобы опровергнуть теорию Кифы Васильевича, ненароком «сработает» ей на пользу.

Возможен другой путь опровержения странной теории. Нетрудно сообразить, что в результате инверсии размеры небесных тел катастрофически сокращаются. Скажем, диаметр Луны, оцениваемый нами в три с половиной тысячи километров, в мире Кифы Васильевича равен... всего лишь двум километрам. На поверхности естественного спутника нашей планеты уже побывали и люди и автоматы. И если прав Кифа Васильевич, это обнаружилось бы тотчас: за считанные часы обход Луны совершили бы и луноход и космонавты.

Впрочем, трактат Кифы Васильевича написан задолго до полетов на Луну и изобретения лазеров, так что вряд ли правомерно выкатывать против его легко порхающих мыслей артиллерию весьма мудреных доводов, беря на вооружение и лазер и луноход. Нельзя ли одолеть оппонента, применяя аргументы того же калибра, что и он, очевидные и бесхитростные?

...Отчего яблоко Ньютона упало на Землю? Оттого, что существует гравитация, что Земля притягивает весомые тела. А чем обусловлено то же явление по теории Кифы Васильевича внутри полой Земли?

Оказывается, тяготения здесь... просто не существует! И сейчас мы покажем это (см. рис. на стр. 131, участок 7).

В каждой точке внутреннего мира сила тяжести, очевидно, складывается из гравитационных воздействий, исходящих от элементарных объемов вещества сферической оболочки. В достаточно тонком ее слое в противоположных направлениях от точки наблюдения с помощью двустороннего достаточно узкого конуса вырежем два небольших диска (на рисунке они покрыты горизонтальной штриховкой). Площади, а следовательно, и массы дисков прямо пропорциональны квадрату их расстояния от точки наблюдения. Но тот же квадрат расстояния стоит в знаменателе известной ньютоновской формулы тяготения! Значит, гравитационные воздействия от обоих элементарных дисков будут взаимно уничтожаться.

Отсюда уже недалеко до окончательного вывода: внутри полой Земли тяготение отсутствует.

Но все ж таки яблоки падают с яблонь, реки текут в океаны, а на помосте штангисты демонстрируют силу в единоборстве со все той же гравитацией. Кифа Васильевич не может не видеть этого. Надо думать, что он имеет на это свое объяснение, предполагая, например, что существуют силы отталкивания и источник этих сил есть центр мира.

Но что может являться носителем этих диковинных сил? Все физические тела притягиваются друг к другу, как показывает опыт. Спектрографы астрономов, заглядывающих все дальше в глубь Вселенной (что в системе Кифы Васильевича соответствует продвижению к центру мира), дают спектры, качественно не отличающиеся от земных. А следовательно, материя и там имеет все ту же природу и ее склонность к взаимному притяжению не заменяется отталкиванием.

Можно, конечно, пойти на крайности, в борьбе с которыми создал свою теорию Кифа Васильевич: предположить, что центр мира наделен свойством отталкивать материальные тела. Однако невозможность такой ситуации понимал еще триста с лишним лет назад великий Кеплер. Вот что он писал в предисловии к своему трактату «Новая астрономия» (1609):

«Математическая точка, пусть даже центральная точка мира, не может сдвинуть тяжелое тело и притянуть к себе (равно как и оттолкнуть.— Авт.) — ни под воздействием, ни сама по себе. Пусть физики докажут, что есть сила в точке, которая не телесна и определяется лишь относительно. Невозможно, чтобы камень стремился двигаться к математической точке или к центру мира независимо от тела, расположенного в этой точке. Пусть физики докажут, что в природе есть предметы, тяготеющие к тому, что есть ничто».

Надо сказать, что Кифа Васильевич — далеко не первый, кого увлекла гипотеза «полой Земли». Читатель, вероятно, уже знаком с ней по фантастическому роману замечательного советского геолога В. А. Обручева «Плутония». Кто автор диковинной гипотезы, не известно. По-видимому, возникла она еще в прошлом веке и с тех пор гуляет по свету. Кого только не было среди ее приверженцев!

Заманчивая с литературно-фантастической точки зрения, она, как показывает ее разбор, научной почвы под собой не имеет.

●

Есть основания полагать, что архив Кифы Васильевича, которым располагает редакция, далеко не исчерпывает его творческого наследия. Возможно, кому-то из наших читателей попадется то или иное из его произведений. Просим присылать такие находки (от законченного трактата до записи в блокноте) в редакцию журнала «Наука и жизнь».

ЛИТЕРАТУРА

И. М. Яглом **«Геометрические преобразования»**, тт. 1—2, М., «Гостехтеориздат», 1955—1956 гг.

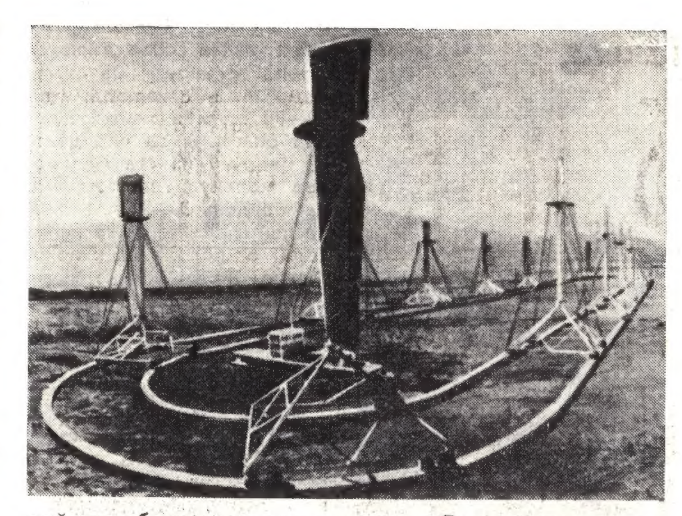
И. Я. Бакельман **«Инверсия»** (серия «Популярные лекции по математике», вып. 44). М., «Наука», 1966 г.

А. И. Маркушевич **«Комплексные числа и конформные отображения»** (серия «Популярные лекции по математике», вып. 13). 3-е изд., М. «Наука», 1979 г.

американских обсерваторий обнаружили около планеты небольшое тело диаметром примерно 160 километров. Известны две луны Нептуна — Тритон с диаметром 3700 километров (возможно, это самый большой спутник в Солнечной системе) и Нереида, диаметр которой — 480 километров. Если удастся подтвердить открытие — а это будет нелегкой задачей,— астрономам придется подыскивать новой луне традиционное мифологическое имя.

New Scientist
№ 1256, 1981.

ВЕТЕР НА РЕЛЬСАХ



Эта замкнутая линия рельсового пути с тележками, несущими нечто вроде крыльев,— новый тип ветроэлектростанции, предложенный американским изобретателем Л. Годжинсом. Ветер, нажимая на алюминиевые крылья, гоняет тележки по кольцу, а колеса тележек соединены с электрогенераторами, которые через рельсы отдают в сеть ток. На конструкции явно сказалось увлечение изобретателя: он любитель парусного спорта и недавно разработал новые, особо эффективные паруса для яхт.

Пока построена небольшая опытная установка с крыльями высотой примерно по 10 метров. Сейчас Годжинс ищет предпринимателя, который вложил бы 23 миллиона долларов в строительство крупной установки с крыльями по 60 метров высотой и расчетной мощностью до 175 миллионов киловатт-часов электроэнергии в год.

Popular Mechanics
№ 5, 1981.

СИГНАЛ ЛОЗОХОДЦА

Уже многие века известен странный, кажущийся то ли колдовством, то ли шарлатанством способ поиска подземных вод и залежей руды посредством «волшебной лозы». Это рогулька из срезанной ветки, которую держат в руках особым образом. Когда лозоходец (человек, обладающий способностью реагировать на присутствие водных или рудных жил в земле) проходит по обследуемому участку, рогулька отклоняется, и в местах таких отклонений есть смысл закладывать шурф. По данным советских ученых, способностями лозоходца обладают примерно 20 процентов мужчин и 40 процентов женщин.

Наука долгое время не признавала существования этого явления. Но в последнее время ведутся исследования феномена «волшебной лозы» и начато его практическое применение, совсем было заброшенное по мере того, как появлялись современные геофизические методы разведки, а механизм работы «волшебной лозы» оставался неизвестным.

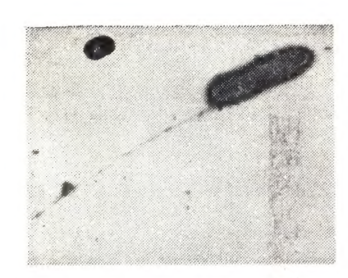
Французский физик Ив Рокар вот уже более 10 лет разрабатывает свою гипотезу, согласно которой лозоходцы — это люди, чувствующие малейшие магнитные аномалии над неоднородностями подземных слоев и реагирующие на эти аномалии непроизвольным подергиванием рук (см. «Наука и жизнь» № 3, 1973 г.). Новые данные, полученные им вместе с врачом Ж. Бароном, подтверждают это мнение.

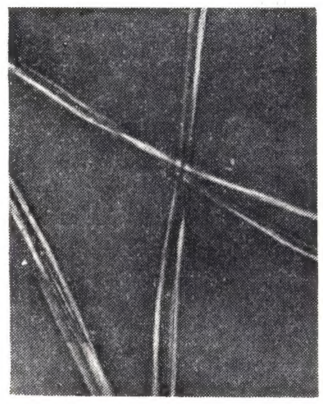
Так, ученые показали, что человек, стоящий с закрытыми глазами, непроизвольно наклоняется вперед, когда на его ноги на уровне лодыжек действует магнитное поле величиной в 0,1 гаусса. Если переменить полярность магнита, человек наклоняется назад. Почерк человека, пишущего с закрытыми глазами, получает сильный наклон вправо, если воздействовать переменным низкочастотным магнитным полем на правое плечо пишущего. Эти отклонения происходят в результате непроизвольного, рефлекторного изменения тонуса некоторых мышц в ответ на увеличение магнитного поля.

Движения рогульки, говорит Рокар, только выдают невольное сокращение или расслабление мышц рук у людей, чувствительных к изменениям магнитного поля. При этом лозоходцу и зрителям кажется, что рогулька «движется сама», настолько неосознанны эти движения мышц. На деле же это существующий у некоторых людей врожденный рефлекс на изменение магнитного поля.

Измерения с помощью современного магнитометра над местами, отмечаемыми движением рогульки, показали, что здесь действительно существуют местные магнитные аномалии. Лозоходец замечает изменение поля на 0,0001 гаусса. Любопытно, что такова же чувствительность к магнитному полю почтовых голубей. Может быть, «рефлекс лозоходца» у наших далеких предков применялся для ориентировки?

Recherche
№ 124, 1981.





БАКТЕРИИ — ПРЯХИ

В университете штата Северная Каролина (США) изучаются ацетобактерии, синтезирующие целлюлозную ленту. Если эти исследования увенчаются успехом, возможно, будут созданы микроорганизмы, делающие чистую целлюлозную пряжу из воды, воздуха и минеральных солей, заменяя собой хлопчатник, лен и другие «текстильные» растения.

Ацетобактерии были известны еще Луи Пастеру. Размножаясь в забродившем вине и на подгнивших фруктах, они выпускают из себя ленту целлюлозы (см. фото вверху). На поверхности жидкой среды, в которой должна иметься глюкоза, образуется прочная пленка из таких лент. Подсушив пленку, мы получим тонкую белую полупрозрачную бумагу. Ее можно применять, например, как перевязочный материал.

Обнаружено, что бактерия берет из питательной среды молекулы сахара и соединяет их в длинную цепочку, получая молекулу целлюлозы. В оболочке бактерии имеются поры, расположенные группами по три. Из каждой поры выходит 12—15 молекул целлюлозы, соединяющихся в микропучок. Дальше три таких пучка объединяются в нить толщиной 35 ангстрем, нити сливаются по 50—80 штук в ленты. Каждая бактерия за час делает цепочку из ста миллионов молекул глюкозы, что дает в день 3—4 миллиметра ленты. Лента даже переходит от поколения к поколению. Когда клетка вытягивается перед тем, как разделиться, число пор в ней увеличивается, и каждая дочерняя клетка получает полный набор оборудования для выпуска ленты. Та из двух дочерних клеток, к которой перешли старые поры, начинает новую ленту. Иногда клетка еще не успела разделиться, а новые поры уже работают. Тогда какое-то время одна клетка делает две ленты.

Методы генетической инженерии в принципе позволяют передать гены производства целлюлозы какому-нибудь зеленому микроорганизму, который будет брать глюкозу не из питательного раствора, а сам будет ее синтезировать из воды и углекислого газа. Известны к тому же вещества, ускоряющие синтез целлюлозы в четыре раза. Если исследования микробиологов увенчаются успехом, бактерии-пряхи дадут нам ткани, более прочные и более дешевые, чем хлопчатобумажные. Ведь хлопок приходится выращивать, а потом долго очищать полученную от него целлюлозу.

Science News
v. 118, № 24, 1981.

ЭФФЕКТ НОВОЙ ЗЕМЛИ

Знаменитый голландский мореплаватель Виллем Баренц, именем которого названо одно из арктических морей, в 1595—1597 годах предпринял три попытки отыскать Северный морской путь из Европы в страны Востока. Во время последнего путешествия корабль оказался в ледовом плену, и Баренцу со спутниками пришлось зимовать на побережье Новой Земли. В 1933 году советские полярники обнаружили следы этой зимовки.

В экспедиции Баренц занимался составлением карт, астрономическими измерениями, описывал природные явления. Одно из его наблюдений произвело в научном мире того времени настоящую сенсацию. Баренц сообщил, что во время зимовки на Новой Земле, как-то январским полднем 1597 года, когда до окончания полярной ночи оставалось еще две недели, он и его спутники были поражены, увидев на черном небосклоне Солнце.

Большинство ученых отнеслись к этому сообщению скептически. Одним из немногих, кто поверил Баренцу, был Иоганн Кеплер, который даже попытался дать объяснение этому явлению, впоследствии получившему название «эффект Новой Земли».

Хотя с тех пор этот эффект — преждевременное появление Солнца на горизонте — наблюдали еще несколько раз то в Арктике, то в Антарктике, только совсем недавно двум канадским физикам, В. Лену и Б. Герману, удалось полностью в нем разобраться. Оказалось, что эффект Новой Земли сродни миражам. Из-за специфического распределения температуры нижних слоев атмосферы световые лучи распространяются не по прямой, а криволинейно. В результате наблюдатель получает возможность видеть то, что находится за горизонтом. Этой возможности особо благоприятствует плоский рельеф полярных областей (так же, как и пустынь, где миражи не редкость). Таким образом, в полярную ночь 1597 года Баренц видел Солнце, еще прятавшееся за горизонтом.

Чтобы исключить все сомнения в правильности своей теории, Лен и Герман, выбрав заранее место и время наблюдения, отправились на крайний север Канады. Ранним утром 16 мая 1979 года их план увенчался успехом: Солнце, которому по всем законам астрономии пора было уже опуститься за горизонт, продолжало блистать на темном небе.

Physics Today
v. 34, № 1, 1981.

ЗАМОРАЖИВАНИЕ БЫВАЕТ ВЗРЫВООПАСНЫМ

От века химия стоит на том, что реакции в веществах и их смесях сильно ускоряются при нагревании. Горение, взрыв — эти быстропротекающие химические процессы обычно связаны с температурами от полутора до трех тысяч градусов.

Тем загадочнее казались взрывы, которые иногда происходили на химических заводах с криогенными (глубоко охлаждающими) установками, когда их начинали размораживать. Такие установки используются в химической промышленности для разделения газовых смесей: сначала смесь путем глубокого охлаждения доводят до жидкого или даже твердого состояния, а затем, постепенно повышая температуру, «выпаривают» отдельные компоненты. Периодическое размораживание производственных криогенных установок предусмотрено технологическим регламентом, так что никто в их взрывах не был виноват, никто не нарушал правил. И вместе с тем никто и понятия не имел, отчего и когда такие взрывы могут произойти.

Поскольку они угрожали существованию крупных промышленных сооружений и жизни работающих на них людей, разгадка их тайны представляла собой насущную необходимость.

Доктор химических наук А. РОЗЛОВСКИЙ.

Лет двадцать назад в Московском университете проводились эксперименты с замораживанием олефинов (углеводородов, в молекулах которых есть двойная связь между атомами углерода — таковы этилен, пропилен, бутилен). Опыты привели к неожиданному и, казалось, необъяснимому эффекту.

Когда замороженную до минус 70°С смесь олефинов с двуокисью азота разогревали на десяток-другой градусов, она... взрывалась!

Непонятно было, как взаимодействие между компонентами смеси могло приобрести столь стремительный, взрывной характер при таких температурах, когда для большинства известных химических процессов скорости еще неизмеримо малы. Неожиданностью было и то, что столь бурно друг с другом реагировали вещества, которые до сих пор были известны как стабильные олефины и окислы азота.

Скажем, чтобы окись азота начала с заметной скоростью окислять этилен, требуется температура не менее 700°С. Это на несколько сотен градусов больше, чем для воспламенения смеси того же углеводорода с кислородом. Двуокись азота как окислитель несколько активнее окиси. Однако ее взаимодействие с олефинами протекает стадийно, с остановкой на этапе образования окиси азота, причем иногда реакция на этом и заканчивается.

А тут — взрыв!

Пытаясь найти причину странного самоускорения загадочных реакций, мы прежде всего занялись тщательным исследованием взаимодействия тех же олефинов с окислами азота при комнатных температурах, когда эти вещества находятся в газообразном состоянии. И здесь нас подстерегала одна неожиданность за другой. Начать с того, что реакция между окисью азота и этиленом, известная до сих пор исключительно как высокотемпературная, отлично шла при комнатной температуре, если давление было немного больше атмосферного.

Удивительная активность обычно инертной окиси азота побудила нас попытаться использовать ее в качестве катализатора в процессе сополимеризации этилена с окисью углерода, когда из них образуются поликетоны. Действительно, реакция пошла, но совсем не та, которую ожидали: не молекулы этилена соединялись друг с другом, а окись азота присоединялась к ним! Мы попытались ускорить реакцию, увеличивая давление,— и результат оказался угрожающим: при комнатной температуре и давлении в 60 атмосфер самоускоряющееся развитие процесса привело к сильному взрыву, по счастью, обошедшемуся без жертв.

Еще энергичнее взаимодействовала с некоторыми олефинами двуокись азота. Быстрые реакции возникали уже не только при комнатной температуре, но и при очень низких концентрациях. Особенно быстро с двуокисью азота взаимодействовал бутадиен. При нормальных условиях и концентрациях в сотые доли процента реакция заканчивалась в считанные секунды.

Загадочные взаимоотношения олефинов и окислов азота вызвали у нас острый интерес. Он вполне понятен: ведь олефины служат в химической промышленности основными исходными продуктами для синтеза полимеров.

Тщательный анализ обнаруженных несообразностей привел нас к выводу, что мы наблюдали взаимодействия совершенно иной природы, чем все, что было известно ранее. И начинаются они не с окисления углеводорода, как до сих пор было известно, а с присоединения к нему окисла азота.

● БЕСЕДЫ У ЛАБОРАТОРНОГО СТОЛА

Что же за метаморфоза происходит с окислами азота в подобных процессах присоединения? Как это истолковать?

СВОБОДНЫЕ РАДИКАЛЫ

У человека, далекого от химии, химическая символика может вызвать такой недоуменный вопрос: почему, обозначая вещество, состоящее из атомов одного элемента, к символу этого элемента иногда приписывают справа внизу двойку — например, Cl_2, F_2, H_2?

Потому что молекулы этих веществ — хлора, фтора, водорода — состоят из двух атомов, ответит знаток химической символики. Но тогда останется другая неясность: почему атомы некоторых элементов объединяются парами?

Дело в том, что особенной устойчивостью отличаются молекулы, общее число электронов в которых четное. Таких молекул, кстати, подавляющее большинство. Среди них есть и одноатомные. Пример — инертные газы. Каждый из их атомов обладает четным количеством электронов и потому способен к устойчивому уединенному существованию.

Напротив, у атомов вышеперечисленных элементов — скажем, того же хлора — число электронов нечетное. Один из них, как говорят химики, неспарен. Таким атомам энергетически выгодно объединяться по двое. Химическая связь — это пара общих электронов. Суммарное их число в образовавшейся двухатомной молекуле становится четным, все они спарены, а это залог устойчивости.

Представим себе теперь, что в некотором объеме хлора все молекулы разорваны пополам, на атомы. Те станут активно использовать любую возможность завязать химическую связь с помощью своего неспаренного электрона — будут быстро соединяться друг с другом, или присоединяться к любой оказавшейся при этом молекуле, способной, со своей стороны, поставить электрон для образования связи. (Вещества, состоящие из таких молекул, химики называют ненасыщенными.)

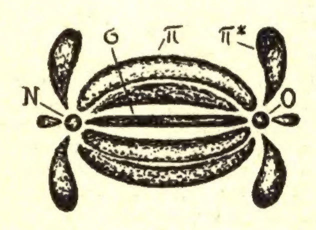
На промежуточных стадиях многих химических реакций, а также при воздействии на вещества с помощью излучения или электрического разряда образуются «половинки», «осколки» молекул, обладающие неспаренным электроном (или, как говорят химики, свободной валентностью). Их называют свободными радикалами. Малые представители этого семейства частиц — тот же атом хлора, и гидроксил OH, и амин NH_2, и метил CH_3 и многие другие — неспособны к длительному самостоятельному существованию и потому особенно склонны к химическим взаимодействиям.

Проявления их высокой химической активности разнообразны. Скажем, если метильный радикал встречается с молекулой этилена, где атомы углерода соединены двойной связью (см. рис.), то одна из межуглеродных связей рвется, метил присоединяется к одному из атомов углерода, и образуется новый, более крупный свободный радикал — пропил.

(Внимательный читатель отметит после этих строк, что любой углеводород, молекула которого имеет хотя бы одну двойную связь, ненасыщен. Таковы, например, все олефины).

Свободные радикалы не без основания называют движущей стихией химического взаимодействия. Они легко и быстро реагируют с другими веществами или между собой (тогда про них говорят, что они ре-

---



Атом азота плюс атом кислорода — такова молекула окиси азота. Каждый из атомов выделяет на образование взаимной связи по три электрона — так образуется тройная связь: одна сигма-типа и два пи-типа (для лучшего понимания этих терминов см. статью П. Савко «Что такое химическая связь?», 1980 г., № 9).

● ПОДРОБНОСТИ ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

ОКИСЬ АЗОТА

В таблице Менделеева кислород расположен на клеточку правее азота, и его атом имет на один электрон больше. Куда же деваться этому лишнему электрону, если все энергетически выгодные связывающие орбитали уже заполнены? Ему приходится подниматься на невыгодную разрыхляющую орбиталь пи-типа: для нее-то и характерны четыре изображенные на рисунке дольки, «витающие» отдельно друг от друга возле каждого атома.

Если химическая связь между атомами представляет собой два общих для них электрона, то один электрон — это полсвязи. Находясь на разрыхляющей орбитали, электрон «работает» не на связывание атомов, а на их разрыв. Вот и получается, что общий порядок связи в молекуле NO равен $3 - 0{,}5 = 2{,}5$. Двухсполовинная связь! Вывод, конечно, умозрительный, однако рентгенография подтверждает, что длина связи в молекуле окиси азота меньше, чем подобало бы для двойной связи, но больше, чем в молекулах с тройной связью.

Поскольку у атома кислорода электронов на один больше, чем у азота, общее число электронов в молекуле NO получается нечетным. Это в химии редкость: подавляющее большинство устойчивых молекул содержит четное число электронов. Именно для до-